

二段生物処理法によるフェノール排水の処理

Treatment of Phenol by Two Stage Biochemical Reacter

鈴木基之*・藤井隆夫*

Motoyuki SUZUKI and Takao FUJII

1. はじめに

産業排水特に工程別排水などを生物処理（活性汚泥法など）を用いて無害化するに当たり、しばしば直面する問題としては、フェノール含有排水などのように高濃度になると生物に対し阻害作用を示す基質が含まれることである。著者らは、フェノール含有排水を例にとりフェノールの分解に有効な菌を活性汚泥より分離し、その特性について前報¹⁾で報告したが、このバクテリアを用いた生物処理を考える場合、バクテリアそのものによるフェノールの分解はかなり高濃度まで有効であるが、増殖した菌を処理水と分離するためには通常微生物のフロックを生成させることが不可欠となる。このフロック化に有効に寄与すると考えられる原生動物や後生動物が、フェノールに対し耐性を有しないためにしばしば処理水中にバクテリアが流出し、濁度が上がり、処理の目的を達しないこととなる。本報告では高濃度フェノールを処理する目的で、先ずバクテリアによる分解のための処理槽と、増殖したバクテリアを捕食し、あるいはフロック化させる活性汚泥槽の二段処理法について検討した。その結果、特に二段目のバクテリア処理を目的とする曝気槽に十分な後生動物を維持するために少量のポリペプトンを添加することが効果的であり最終的に十分清澄な処理水が得られることがわかった。

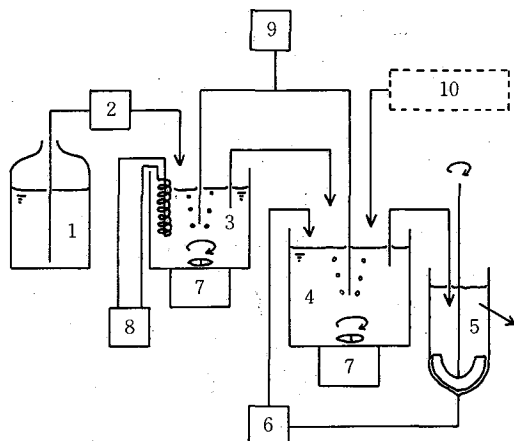
2. 実験装置および手法

実験に用いたフェノール分解菌は当方の研究室において活性汚泥より分離した *Acinetobacter sp.* に分類されるバクテリアである。また処理を行う人工排水として Table 1 に示す組成の培養液を用いた。装置は、プロセスの処理効果の比較を行う目的で A, B, C と三種類の系列を並行して用いた。まず A 系列としてフェノール分解菌組込みの活性汚泥槽一段 (2.5 l, 液滞留時間 24 hr) だけのもの、B 系列として Fig. 1 に示すようなバクテリア槽 (1.0 l) と活性汚泥槽 (2.0 l) の二段プロセス、そし

て C 系列としては、B 系列と同様であるが二段目の活性汚泥槽に同時にポリペプトンを 625 mg/day (250 mg/l に相当する) の割合で添加して積極的に後生動物の維持をはかったものを用いた。A, B, C 三系列共最終段には沈降槽 (1.5 l, 液滞留時間 14.4 hr) を有し汚泥を沈降分離する。以上三種の装置での処理実験を並行して行い各槽出口のフェノール濃度、濾液の T. O. C. (Total Organic Carbon) 濃度、各汚泥槽中の M. L. S. S. (Mixed Liquor Suspended Solid, 汚泥濃度), M. L. V. S. S. (Mixed Liquor Volatile Suspended Solid, 揮発性汚泥濃度), および最終段つまり沈降槽から排出される処理水の濁度を継続観測した。なお濁度は分光光度計を用いて波長 600 nm で 10 mm の石英セルによる吸収で示した。

Table 1 Composition of culture medium.

Phenol	500mg/l	MgSO ₄ , 7H ₂ O	2250mg/l
K ₂ HPO ₄	2175mg/l	CaCl ₂	27mg/l
KH ₂ PO ₄	850mg/l	FeCl ₃ , 6H ₂ O	25mg/l
Na ₂ HPO ₄	4460mg/l	NH ₄ Cl	170mg/l



1 medium 2 roller pump 3 bacteria tank 4 sludge tank 5 clarifier 6 roller pump (for return sludge) 7 stirrer 8 temp. controller 9 air pump 10 microfeeder for polypeptone in the case of series C

Fig. 1 Experimental apparatus.

* 東京大学生産技術研究所 第4部

研究速報

またC系列においてポリペプトン添加開始後の汚泥槽中の原生動物の個体数をトーマの血球計数盤を用いて計数した。さらに添加するポリペプトンの量を 150 mg/

day~1000 mg/day の範囲で変化させて、後生動物個体数と濁度の変化を追跡した。

Table 2 に運転条件をまとめて示す。

Table 2 Operational conditions of series A, B and C.

	A	B	C
Bacteria tank [30°C]			
volume [l]	—	1.0	1.0
residence time [hr]	—	9.6	9.6
Sludge tank [room temp.]			
volume [l]	2.5	2.0	2.0
residence time [hr]	24	19.2	19.2
Sludge age [days]	26	29	38
Quantity of added polypeptone [mg/day]	0	0	625
Flow rate of influent [l/day]	2.5	2.5	2.5
Clarifier			
volume [l]	1.5	1.5	1.5
Residence time [hr]	14.4	14.4	14.4

3. 実験結果および考察

各処理系列の比較、まずA, B, およびC系列の測定項目の経日変化を Fig. 2, 3, 4 に示す。データにかなりバラツキが見られるが、だいたいの平均的な値を点線で示した。系列A, すなわち一段活性汚泥法 (Fig. 2) について特長的なのは、処理水においてフェノールは完全に分解されており、濾液中の T. O. C. の除去率も良好であるが、濁度はかなり高い値を示しているのがわかる。この濁質の主な成分は、汚泥槽中で増殖し、そのまま流出してきたバクテリアである。よってこのままでの放流は水質汚濁の原因になると考えられるのでなにか付加的な処理が必要となる。なお汚泥槽中には、バクテリアが目立ち顕微鏡による観察では原生動物等の存在は確認できなかった。次に Fig. 3 のB系列 (二段処理) の経日変化を

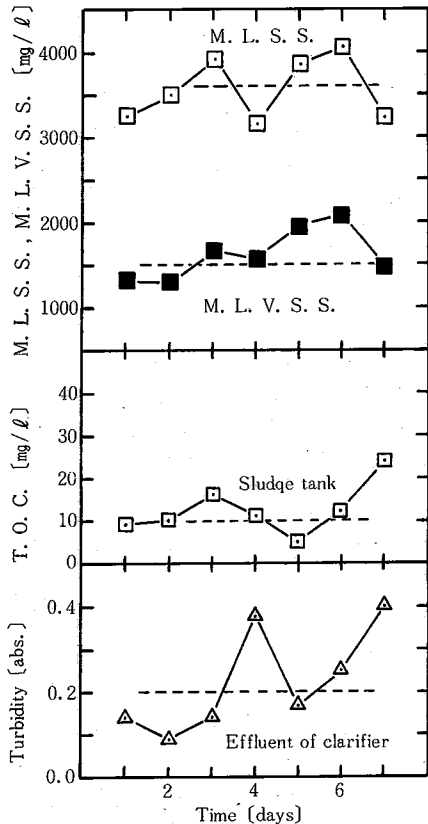


Fig. 2 Time course of M. L. S. S., M. L. V. S. S., T. O. C. and turbidity in Series A.

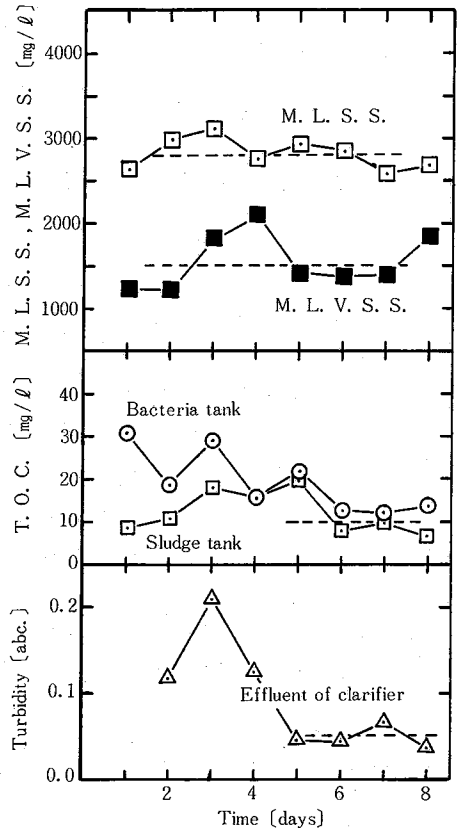


Fig. 3 Time course of M. L. S. S., M. L. S. S., T. O. C. and turbidity in Series B.

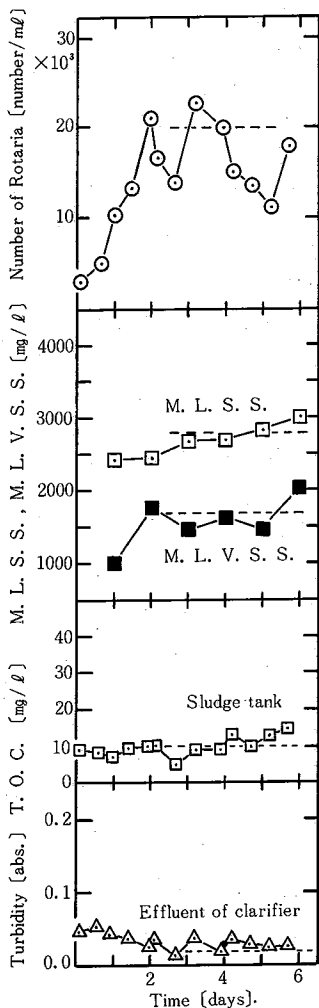


Fig. 4 Time course of M. L. S. S., M. L. V. S. S., T. O. C. and turbidity in Series C.

見ると5日目ぐらいから安定した値を示し明らかにA系列に比べて改善が見られる。また汚泥槽中にもわずかの原生動物が見られている。処理水濁度はA系列に比して約1/4と改善されているが、いまだ若干白濁してバクテリアの存在が見られる。Fig. 4, C系列の結果でまず目につくことは、後生動物個体数が著しく増加するというこで、これに伴って汚泥もA, B系列に比べて著しく凝集性が良くなりポリペプトン添加の効果がはっきり現れている。以上A, B, C各系列の平均的処理効果をまとめたものをTable 3に示す。汚泥槽の濾液T. O. C.およびフェノール除去率については各系列に大きな差はなく、

Table 3 Average treatment results of series A, B and C.

	A	B	C
M. L. S. S. [mg/l]	3600	2800	2800
M. L. V. S. S. [mg/l]	1700	1500	1500
T. O. C. in sludge tank [mg/l]	10	10	10
Turbidity (effluent) [abs.]	0.2	0.05	0.02
S. S. (effluent) [mg/l]	80~204	44~152	32~60
Removal rate of T. O. C. [%]	97	97	99
Removal rate of phenol [%]	100	100	100
Number of rotaria [number/ml]	0	2~3×10 ³	2×10 ⁴

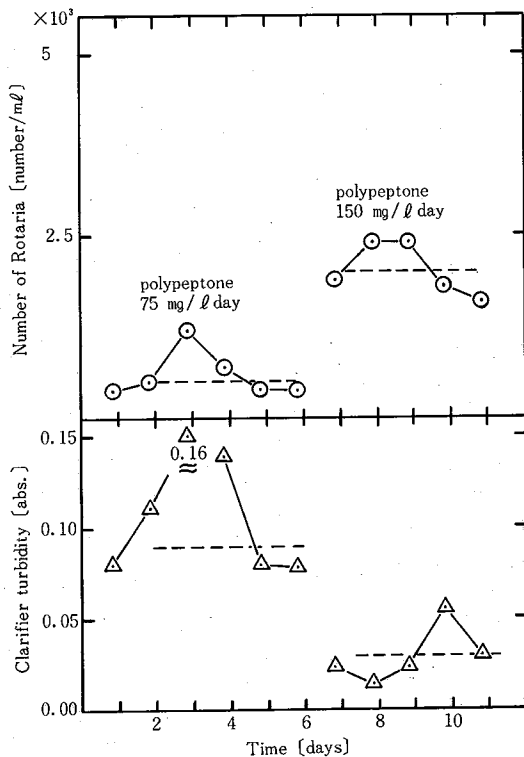


Fig. 5 Time course of clarifier turbidity and number of Rotaria. (Series C)

処理水の濁度とS. S.および後生動物個体数の項を見ると各系列の処理効果の差が顕著に現れているのがよくわかる。またC系列において汚泥中に非常に多く見られたのは、ヒルガタワムシ目に属するヒルガタワムシ²⁾(Rotaria)である。体長は約200~300μで体を伸縮させ自由に遊泳する。他に小数の繊毛虫なども見られた。

ポリペプトン添加の影響、C系列においてポリペプトンの添加量をパラメータとして、沈降槽濁度と後生動物数の経日変化をFig. 5に示す。図中添加したポリペプトンの量は、150 mg/dayと300 mg/dayについて示してあるが、この他に400, 500, 800, 1000 mg/dayと変えて

研 究 速 報

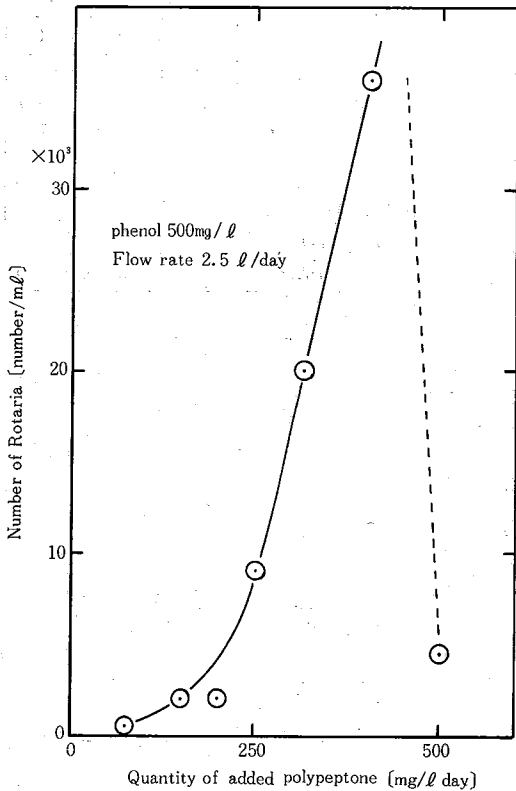


Fig. 6 Relationship between quantity of added polypeptone and number of Rotaria. (Series C)

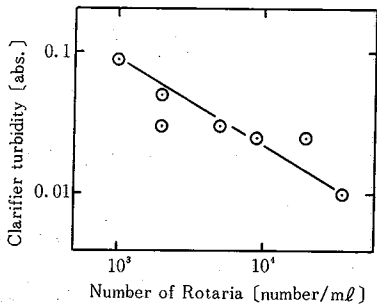


Fig. 7 Relationship between clarifier turbidity and number of Rotaria. (Series C)

実験を試みた。添加量 1 g/day は入口濃度として 400 mg/l に相当する。結果を 1 日当たりのポリペプトン添加量と単位容積当たりの後生動物個体数でまとめたものを Fig. 6 に示す。ポリペプトン添加量が 400 mg/day から 800 mg/day の範囲内においては、ほぼ直線的に増加するように見える。またポリペプトン添加量が 400 mg/day 以下で後生動物の顕著な増加が見られないのは、フェノール分解菌を後生動物が好んで捕食しないことを意味するものと考えられよう。ちなみにポリペプトン添加量 400 mg/day は、入口濃度にして 160 mg/l に相当するが、フェノール原水 500 mg/l の約 1/3 (g/g) に当たる。さらにここで特長なこと、ポリペプトン添加量 1000 mg/day において後生動物の数が激減している点で、この現象についてはっきりした理由は不明であるが、活性汚泥槽に対する有機物負荷が高くなりすぎたことも理由の一つであろう。

このようにポリペプトンを適量添加することにより、後生動物の数をある程度まで増加させることが可能であることがわかった訳であるが、この後生動物個体数を処理水の清澄度に対してまとめると Fig. 7 となる。この図は、沈降槽濁度と後生動物個体数を両対数プロットしたもので、図を見てわかるように単調減少の傾向が明らかで、これより後生動物が、バクテリアの沈降分離に対して大きな働きを持っていることが言える。

4. お わ り に

工程別排水の処理等に当たって、その排水中に原生動物や後生動物に対して阻害効果を有するような物質が含まれる場合には、その排水のみの単独バクテリア処理を行い、後に他の排水との総合的な活性汚泥処理を行う方法が有効であろうと思われる。(1982年1月8日受理)

参 考 文 献

- 1) 鈴木、藤井：生産研究 32, 110 (1980)
- 2) 水野：日本淡水プランクトン図鑑 38-42 (1978)